

미국개기장의 식물화학적 성분

배종진*

우석대학교 약학대학

Phytochemical Constituents of *Panicum dichotomiflorum* Michaux

Jong Jin Bae*

College of Pharmacy, Woosuk University, Jeonbuk 55338, Republic of Korea

Abstract – A lignan and four flavonoid derivatives were isolated from the aerial parts of *Panicum dichotomiflorum* Michaux (Gramineae) through repeated column chromatography. Their chemical structures were identified as (-)-pinoresinol (1), triclin (2), luteolin (3), luteolin-4'-O-β-D-glucopyranoside (4) and luteolin-7-O-β-D-glucopyranoside (5), respectively, by spectroscopic analysis. These compounds were isolated for the first time from this plant.

Keywords – *Panicum dichotomiflorum*, Gramineae, Lignan, Flavonoid

미국개기장(*Panicum dichotomiflorum* Michaux)은 북아메리카 원산인 귀화식물로 벼과(Gramineae)에 속하며, 키는 30-100 cm까지 자라는 일년초이다. 줄기는 밑에 마디가 많고 밀생하며, 잎몸은 길이 20-40 cm, 폭 10-15 mm까지 자라며 엽설에 털이 있다. 꽃은 원추화서로 성기게 달리며 9-10월에 개화한다.¹⁾ *Panicum*속 식물에 대한 연구로는 *P. turgidum*과 *P. repens*에서 steroid saponin 성분을 비롯하여 rutin, caffeic acid 및 protocatechuic acid 등 phenolic compound가 보고되어 있으며,^{2,5)} 생리활성 연구로는 Radha와 Vijayalakshmi가 *P. miliare*에서 항고지혈증 효능을⁶⁾ Antia 등이 *P. maximum*에서 항당뇨,⁷⁾ Okokon 등이 항진균⁸⁾ 및 Kanife 등이 항염증 효능⁹⁾ 등을 보고하였다. 그러나, 현재까지 문헌조사 결과 미국개기장에 대한 식물화학적 성분연구나 약리활성에 대한 연구가 거의 없는 것으로 확인되었다. 본 연구에서는 미국개기장이 빈터나 황무지에 흔히 자라고 있는 잡초로 자원이 풍부하여 본 식물의 화합물이나 생리활성 자원으로서의 가치를 확인할 목적으로 식물 전초의 화학적 성분연구를 수행하였다. MeOH 추출물을 통상의 용매 계통분획을 실시하고 methylene chloride와 ethyl acetate분획에서 몇 가지 column chromatography를 반복 실시하여 5종의 화합물을 분리하고, 이들 화합물의 NMR 자료로부터 그 구조를 확인하였다.

재료 및 방법

실험재료 – 본 실험에 사용한 미국개기장(*P. dichotomiflorum*)은 2016년 9월에 전북 완주군에서 채취하였으며, 연구자가 직접 정확히 감정한 후에 상온에서 건조 후 분쇄하여 실험에 사용하였고, 표본은 우석대학교 약학대학에 보관하였다(OPWS-1603).

시약 및 기기 – ¹H-NMR 및 ¹³C-NMR spectra는 Bruker 400 NMR spectrometer를 이용하여 측정하였다. Open column chromatography용 충전제는 Kiesel gel 60(Art. 1.07734, 230-400 mesh, Merck), Sephadex LH-20(25-100 μm, Sigma-Aldrich)을 사용하였다. TLC plate는 Kiesel gel 60 F₂₅₄(Art. 1.07752, Merck), low pressure liquid chromatography column은 Lobar-A LiChroprep Si 60(Merck)과 Lobar-A LiChroprep RP-18 column을 사용하였다. 추출 및 column용 시약은 1급 용매를 증류하여 사용하였고, preparative HPLC에는 HPLC용 용매를 사용하였으며, 그 외의 시약은 1급 또는 특급 시약을 사용하였다.

추출 및 분리 – 채취한 미국개기장을 음건 파쇄하여 건조 시료 약 500 g을 MeOH로 50°C에서 3회 반복 추출하고 감압농축하여 MeOH 추출액 약 110 g을 얻었다. MeOH 추출물을 증류수를 가하여 현탁시키고 순차적으로 *n*-hexane, methylene chloride(CH₂Cl₂), ethyl acetate(EtOAc) 및 *n*-BuOH의 순으로 용매 분획하여 각각 6.1 g, 0.6 g, 1.8 g 및 6.5 g의 분획물을 얻었다. CH₂Cl₂ 분획 0.6 g을 MeOH을 이동상으로

*교신저자(E-mail): qowhdwls@nate.com
(Tel): +82-63-290-1571

Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하여 3개의 소분획(MC1-MC3)으로 나누었다. MC1을 Lobar A silica column(CHCl₃/EtOAc/MeOH=18:2:1)으로 정제하여 화합물 1(9 mg)을 얻었으며, MC3을 Lobar A silica column(*n*-hexane/CHCl₃/MeOH=5:5:2)으로 정제하여 화합물 2(10 mg)를 얻었다. EtOAc 분획 1.8 g을 MeOH을 전개용매로 Sephadex LH-20 column에 적용하여 6개의 소분획(E1-E6)으로 나누고, 그 중 E4 소분획을 Lobar A silica column(CHCl₃/MeOH/H₂O=40:10:1)으로 정제하여 화합물 3(18 mg)을 얻었다. *n*-BuOH 분획 6.5 g을 Sephadex LH-20 column(MeOH only)을 적용시켜 6개 소분획(B1-B6)으로 나누었다. 그 중 B4 소분획을 Lobar-A Lichroprep RP-18 column(MeOH/H₂O=4:6)을 통과시켜 5개의 소분획(B41-B45)으로 분획하였으며, 소분획 B42를 Sephadex LH-20 column(MeOH only)을 적용하여 화합물 4(8 mg)을 얻었다. B43을 Lobar-A Lichroprep RP-18 column(MeOH/H₂O=4:6)을 통과시키고, Sephadex LH-20 column(MeOH only)으로 정제하여 화합물 5(10 mg)를 얻었다.

화합물 1 – amorphous powder, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 6.92 (2H, d, *J*=1.8 Hz, H-2, 2'), 6.79 (2H, dd, *J*=8.1, 1.8 Hz, H-6, 6'), 6.74 (2H, d, *J*=8.1 Hz, H-5, 5'), 4.72 (2H, d, *J*=4.1 Hz, H-7, 7'), 4.20 (2H, m, H-9a, 9a'), 3.83 (6H, s, OCH₃-3, 3'), 3.79 (2H, dd, *J*=8.0, 4.1 Hz, H-9b, 9b'), 3.10 (2H, m, H-8, 8'), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 149.0 (C-3, 3'), 147.3 (C-4, 4'), 133.6 (C-1, 1'), 120.0 (C-6, 6'), 116.0 (C-5, 5'), 110.8 (C-2, 2'), 87.2 (C-7, 7'), 72.3 (C-9, 9'), 56.2 (OCH₃-3, 3'), 55.2 (C-8, 8'), [α]_D^{22.5}: -22.3°(c 0.25, CH₃OH).

화합물 2 – yellow powder, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.95 (1H, s, 5-OH), 7.31 (2H, s, H-2', 6'), 6.97 (1H, s, H-3), 6.54 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-6), 3.87 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ 181.8 (C-4), 164.4 (C-7), 163.6 (C-2), 161.4 (C-5), 157.4 (C-9), 148.2 (C-3', 5'), 139.9 (C-4'), 120.4 (C-1'), 104.3 (C-3), 103.6 (C-2', 6'), 103.6 (C-10), 98.9 (C-6), 94.2 (C-8), 56.3 (2×OCH₃).

화합물 3 – yellow powder, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.37 (1H, dd, *J*=8.8, 2.0 Hz, H-6'), 7.36 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 6.88 (1H, d, *J*=8.8 Hz, H-5'), 6.52 (1H, s, H-3), 6.24 (1H, d, *J*=2.4 Hz, H-8), 6.19 (1H, *J*=2.4 Hz, H-6), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 183.7 (C-4), 166.3 (C-7), 166.0 (C-2), 163.2 (C-5), 159.4 (C-9), 151.0 (C-4'), 147.0 (C-3'), 123.7 (C-1'), 120.3 (C-6'), 116.8 (C-5'), 114.1 (C-2'), 105.3 (C-10), 103.9 (C-3), 100.1 (C-6), 95.0 (C-8).

화합물 4 – yellow powder, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.41 (1H, dd, *J*=8.0, 2.2 Hz, H-6'), 7.38 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, *J*=8.0 Hz, H-5'), 6.78 (1H, d, *J*=2.0

Hz, H-8), 6.58 (1H, s, H-3), 6.48 (1H, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.06 (1H, d, *J*=7.1 Hz, H-1'), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 184.0 (C-4), 166.8 (C-2), 164.7 (C-7), 162.8 (C-5), 159.0 (C-9), 151.3 (C-4'), 147.1 (C-3'), 123.5 (C-1'), 120.5 (C-6'), 116.8 (C-5'), 114.3 (C-2'), 107.0 (C-10), 104.1 (C-3), 101.7 (C-6), 101.2 (C-1'), 96.1 (C-8), 78.4 (C-5'), 77.9 (C-3'), 74.7 (C-2'), 71.3 (C-4'), 62.6 (C-6').

화합물 5 – yellow powder, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.37 (1H, dd, *J*=8.2, 2.4 Hz, H-6'), 7.36 (1H, d, *J*=2.4 Hz, H-2'), 7.22 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-5'), 6.51 (1H, s, H-3), 6.35 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.12 (1H, *J*=2.0 Hz, H-6), 4.85 (1H, d, *J*=7.4 Hz, H-1'), ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 183.9 (C-4), 166.2 (C-2), 165.5 (C-7), 163.2 (C-5), 159.5 (C-9), 150.1 (C-4'), 148.8 (C-3'), 127.3 (C-1'), 119.8 (C-6'), 118.0 (C-5'), 114.9 (C-2'), 105.4 (C-10), 105.2 (C-3), 103.3 (C-1'), 100.2 (C-6), 95.0 (C-8), 78.6 (C-5'), 77.6 (C-3'), 74.8 (C-2'), 71.3 (C-4'), 62.5 (C-6').

결과 및 고찰

미국개기장은 귀화식물로 초식동물의 먹이로 사용되고 있으나 식물화학적 성분연구나 약리활성에 대한 연구는 문헌 조사 결과 거의 이루어지지 않은 것으로 확인되었다. 따라서 미국개기장의 식물화학적 성분을 규명하기 위하여 MeOH 추출물을 제조하고 용매분획하여 *n*-hexane, CH₂Cl₂, EtOAc 및 *n*-BuOH 엑스를 확보하였다. 이 중 CH₂Cl₂, EtOAc 및 *n*-BuOH 분획을 silica gel, sephadex LH-20 및 Lobar column chromatography를 반복 실시하여 5종의 화합물을 분리하였다.

화합물 1은 무정형 분말로 얻어졌으며, ¹H-NMR spectrum에서 aromatic 영역의 δ 6.79 (2H, dd, *J*=8.1, 1.8 Hz, H-6, 6'), 6.74 (2H, d, *J*=8.1 Hz, H-5, 5') 및 δ 6.92(2H, d, *J*=1.8 Hz, H-2, 2')에서 전형적인 1,3,4-trisubstituted benzene peak splitting 양상을 나타냈다. 그 외에 2개의 methoxy에 해당하는 peak가 δ 3.83 (6H, s, OCH₃-3, 3')에서 관찰되었고, δ 4.72(2H, d, *J*=4.1 Hz, H-7, 7')와 3.10 (2H, m, H-8, 8')에서 methine proton으로 추정되는 4개 분량의 proton signal이 확인되었으며, δ 4.20 (2H, m, H-9a, 9a')과 3.79 (2H, dd, *J*=8.0, 4.1 Hz, H-9b, 9b')에서 methylene proton의 signal 양상을 나타내는 peak들이 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 aromatic 영역에서 12개의 carbon으로 추정되는 peak signal이 δ 149.0 (C-3, 3'), 147.3 (C-4, 4'), 133.6 (C-1, 1'), 120.0 (C-6, 6'), 116.0 (C-5, 5') 및 110.8 (C-2, 2')에서 확인되었다. 이상의 결과에서 화합물 1은 lignan 화합물인 pinoresinol로 추정되었으며, optical rotation값을 측정할 결과 [α]_D^{22.5}-22.3°를 나타내어 이상의 결과와 기존 문헌의 기기분석 자료를 비교 검토한 결과 화합물 1은 (-)-pinoresinol로

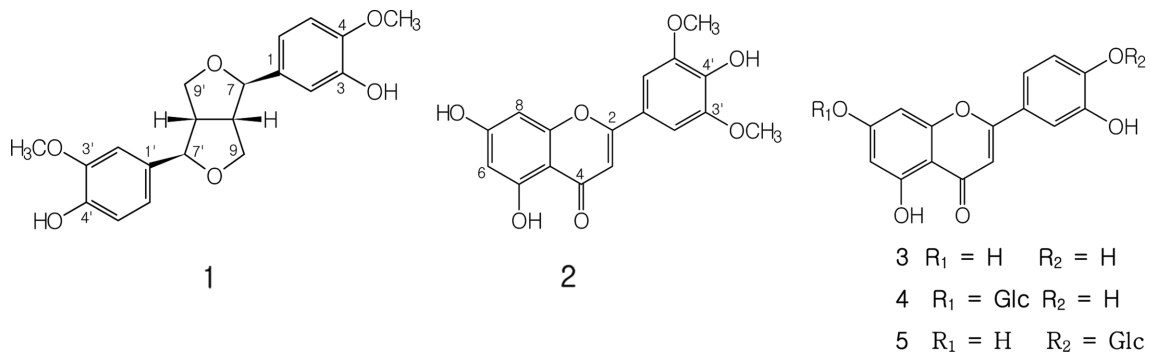


Fig. 1. Chemical structures of compounds 1-5 isolated from *Panicum dichotomiflorum*.

구조를 확인하였다.¹⁰⁾ Pinoresinol에 대한 생리활성 연구는 (+)-pinoresinol에 대한 신경보호,¹¹⁾ 항염증^{11,12)} 및 항암효과¹³⁾ 등 외에 몇 가지 활성이 보고되어 있으나 (-)-pinoresinol에 대한 뚜렷한 효능연구는 아직까지 보고 되어있지 않았다.

화합물 2는 황색분말로 얻어졌으며, ¹H-NMR spectrum의 aromatic 영역의 δ 7.31 (2H, s, H-2', 6')에서 2개 분량의 proton에 해당하는 peak가 확인되었고, δ 6.54 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-8)와 6.19 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-6)에서는 *meta*-coupling하는 2개의 proton peak가 관찰되었다. δ 3.87 (6H, s, 3', 5'-OCH₃)에서는 2개의 methoxy에 해당하는 peak가 나타났고, 그 외에 δ 6.97 (1H, s, H-3)에서 1개의 proton에 해당하는 singlet peak가 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 181.8에서 한 개의 carbonyl carbon을 포함하여 12곳에서 carbon이 확인되었으며, δ 56.3에서 methoxy기로 추정되는 peak가 관찰되었다. 이상의 결과를 검토한 결과 화합물 2는 2개의 methoxy기를 가지고 있는 flavone 화합물로 추정 하였으며, 기존 문헌의 data와¹⁴⁾ 비교하여 tricetin으로 구조를 확인하였다. Tricetin은 항경련 작용, 면역조절 효능과¹⁵⁾ 항염증 작용¹⁶⁾ 등을 비롯한 다양한 효능이 보고되어 있다.

화합물 3은 황색분말로 분리되었으며, ¹H-NMR spectrum의 aromatic 영역의 δ 7.37 (1H, dd, *J*=8.8, 2.0 Hz, H-6'), 7.36 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2') 및 6.88 (1H, d, *J*=8.8 Hz, H-5')에서 전형적인 1,3,4-trisubstituted aromatic signal이 관찰되었으며, δ 6.52 (1H, s, H-3)에서는 flavone 골격의 C-3 signal로 추정되는 peak가 관찰되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 183.7에서 한 개의 carbonyl carbon을 포함하여 14개의 carbon이 확인되었다. 이상의 결과를 검토한 결과 화합물 3은 luteolin로 추정하였으며, 보고된 문헌¹⁷⁾의 data와 비교하여 구조를 확인하였다. Luteolin은 항산화 및 항염,¹⁸⁾ 항암 효과¹⁹⁾ 등을 비롯한 다양한 생리활성연구가 보고되어 있다.

화합물 4는 황색분말로 분리되었으며, ¹H-NMR spectrum의 aromatic 영역에서 화합물 3과 유사한 양상을 나타냈다. δ 6.78 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8)와 6.48 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6)에서 *meta*-coupling하는 2개의 proton signal이 관찰되었고, δ 7.41(1H, d, *J*=8.0, 2.2 Hz, H-6'), 7.38(1H, d, *J*=2.2

Hz, H-2') 및 6.89(1H, d, *J*=8.0 Hz, H-5')에서 전형적인 1,3,4-trisubstituted aromatic signal이 확인되었다. δ 6.58 (1H, s, H-3)에서는 flavone 골격의 C-3 signal로 추정되는 carbon이 확인되었고, δ 5.06 (1H, d, *J*=7.0 Hz, H-1'')에서 anomeric proton에 기인하는 1개의 proton peak가 나타났다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 184.0에서 1개의 carbonyl carbon이 관찰되었고, δ 101.2, 78.4, 77.9, 74.7, 71.3 및 62.6에서 glucose에 해당하는 peak가 확인되었다. 이상의 결과로 화합물 4는 luteolin glucoside로 추정되었으며, 보고된 문헌²⁰⁾의 data와 비교하여 luteolin-7-*O*-β-D-glucopyranoside로 확인하였다. Luteolin-7-*O*-β-D-glucopyranoside에 대한 활성연구는 항산화²¹⁾ 및 항바이러스²²⁾ 등 많은 약리활성이 보고되어 있다.

화합물 5는 황색분말로 분리되었으며, ¹H-NMR spectrum의 aromatic 영역에서 화합물 3 및 4와 유사한 양상을 나타냈다. δ 6.35 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8)와 6.12 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6)에서 *meta*-coupling하는 2개의 proton signal을 확인하였고, δ 7.37(1H, dd, *J*=8.2, 2.4 Hz, H-6'), 7.36(1H, d, *J*=2.4 Hz, H-2') 및 7.22(1H, d, *J*=8.2 Hz, H-5')에서 전형적인 1,3,4-trisubstituted aromatic signal이 나타났다. δ 6.51 (1H, s, H-3)에서는 flavone 골격의 C-3 signal이 관찰되었으며, δ 4.85 (1H, d, *J*=7.4 Hz, H-1'')에서 anomeric proton에 기인하는 1개의 proton signal이 확인되었다. ¹³C-NMR spectrum에서는 δ 183.9에서 1개의 carbonyl carbon이 관찰되었고, δ 103.3, 78.6, 77.6, 74.8, 71.3 및 62.5에서 glucose에 해당하는 carbon peak가 확인되었다. 이상의 결과로 화합물 5는 luteolin glucoside로 추정하였으며, 발표된 문헌²³⁾의 data와 비교한 결과 luteolin-4'-*O*-β-D-glucopyranoside로 확인하였다. Luteolin-4'-*O*-β-D-glucopyranoside에 대한 약리활성 연구는 항산화²⁴⁾ 효능을 비롯한 몇 가지 연구가 보고되어 있다.

결 론

미국개기장의 methanol 추출물에서 5종의 식물성분을 분리하였으며, 이들의 spectral data로부터 구조를 확인한 결과 (-)-pinoresinol(1), tricetin(2), luteolin(3), luteolin-7-*O*-β-D-

glucopyranoside(4) 및 luteolin-4'-O-β-D-glucopyranoside(5)로 각각 확인, 동정하였다. 이 물질들은 모두 미국개기장로부터 처음 분리되어 보고되는 화합물이며, 본 연구에서 분리된 물질들이 지금까지 많은 약리활성이 보고된 것으로 볼 때 미국개기장은 약용자원으로서의 가치가 있으며, 더 많은 함유 성분의 연구와 이에 대한 활성연구가 필요할 것으로 사료된다.

인용문헌

1. 이영노 (2006) 새로운 한국식물도감 II, 571, 교학사, 서울.
2. Zaki, A. A., Ali, Z., Wang, Y. H., El-Amier, Y. A., Khan, S. I. and Khan, I. A. (2017) Cytotoxic steroidal saponins from *Panicum turgidum* Forssk. *Steroids* **125**: 14-19.
3. Temraz, A., Hozaien, H. E., El-Tantawy, W. H., El-Gindi, O. D. and Taha, K. F. (2014) Cholestane and spirostane-type glycosides from the roots and rhizomes of *Panicum repens* L. *Phytochem. Lett.* **10**: 173-178.
4. Farag, M. A., El Fishawy, A. M., El-Toumy, S. A., Amer, K. F., Mansour, A. M. and Taha, H. E. (2016) Antihepatotoxic effect and metabolite profiling of *Panicum turgidum* extract via UPLC-qTOF-MS. *Pharmacogn. Mag.* **12**(Suppl 4): S446-S453.
5. Zaki, A. A. Qiu, L., Ali, Z., Khan, S. I. and Khan, I. A. (2016) Anti-inflammatory steroidal saponins from *Panicum turgidum*. *J. Agric. Basic Sci.* **1**: 1-6.
6. Radha, R. and Vijayalakshmi, P. (2007) Hypolipidemic potential of *Panicum miliare* on selected cardiovascular subjects. *Anc. Sci. Life* **26**: 29-32.
7. Antia, B. S., Okokon, J. E., Umoh, E. E. and Udobang, J. A. (2010) Antidiabetic activity of ethanolic leaf extract of *Panicum maximum*. *Int. J. Drug Dev. Res.* **2**: 488-492.
8. Okokon, J. E., Udoh, A. E., Frank, S. G. and Udo, N. M. (2011) Anti-inflammatory and antipyretic activities of *Panicum maximum*. *Afr. J. Biomed. Res.* **14**: 125-130.
9. Kanife, U., Odesanmi, O. and Doherty, V. (2012) Phytochemical composition and antifungal properties of leaf, stem and florets of *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae). *Int. J. Biol.* **4**: P64.
10. Jeong, Y. H., Lee, J., Kwon, W. and Seo, E.-K. (2006) Reverse-phase HPLC method for identification of diastereomeric constituents from *Sasa borealis*. *Yakhak Hoeji* **50**: 21-25.
11. In, S. J., Seo, K. H., Song, N. Y., Lee, D. S., Kim, Y. C. and Baek, N. I. (2015) Lignans and neolignans from the stems of *Viburnum erosum* and their neuroprotective and anti-inflammatory activity. *Arch. Pharm. Res.* **38**: 26-34.
12. Ahmad, I., Waheed, A., Tahir, N. B. and Rais, A. K. (2015) Anti-inflammatory constituents from *Perovskia atriplicifolia*. *Pharm. Biol.* **53**: 1628-1631.
13. López-Biedma, A., Sánchez-Quesada, C., Beltrán, G., Delgado-Rodríguez, M. and Gaforio, J. J. (2016) Phytoestrogen (+)-pinoresinol exerts antitumor activity in breast cancer cells with different oestrogen receptor statuses. *BMC Complement Altern. Med.* **16**: 350. doi: 10.1186/s12906-016-1233-7.
14. Bhattacharyya, J., Stagg, D., Mody, N. V. and Miles, D. H. (1978) Constituents of *Spartina cynosuroides*: isolation and ¹³C-NMR analysis of triclin. *J. Pharm. Sci.* **67**: 1325-1326.
15. Santos, A. L., Yamamoto, E. S., Passero, L. F. D., Laurenti, M. D., Martins, L. F., Lima, M. L., Uemi, M., Soares, M. G., Lago, J. H. G., Tempone, A. G. and Sartorelli, P. (2017) Antileishmanial activity and immunomodulatory effects of triclin isolated from leaves of *Casearia arborea* (Salicaceae). *Chem. Biodivers.* **14**: doi: 10.1002/cbdv.201600458.
16. Kang, B. M., An, B. K., Jung, W. S., Jung, H. K., Cho, J. H., Cho, H. W., Jang, S. J., Yun, Y. B. and Kuk, Y. I. (2016) Anti-inflammatory effect of triclin isolated from *Alopecurus aequalis* Sobol. on the LPS-induced inflammatory response in RAW 264.7 cells. *Int. J. Mol. Med.* **38**: 1614-1620.
17. Ternai, B. and Markham, K. R. (1976) Carbon-13 NMR studies of flavonoids-I: Flavones and flavonols. *Tetrahedron* **32**: 565-569.
18. Abdallah, H. M. and Esmat, A. (2017) Antioxidant and anti-inflammatory activities of the major phenolics from *Zygochloa simplex* L. *J. Ethnopharmacol.* **205**: 51-56.
19. Seo, Y., Ryu, K., Park, J., Jeon, D. K., Jo, S., Lee, H. K. and Namkung, W. (2017) Inhibition of ANO1 by luteolin and its cytotoxicity in human prostate cancer PC-3 cells. *PLoS One* **12**: e0174935. doi: 10.1371/journal.pone.0174935.
20. Park, S. W., Chung, S. K. and Park, J. C. (2000) Active oxygen scavenging activity of luteolin-7-O-β-D-glucoside isolated from *Humulus japonicus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**: 106-110.
21. Chen, L. and Kang, Y. H. (2014) Antioxidant and enzyme inhibitory activities of Plebeian herba (*Salvia plebeia* R. Br.) under different cultivation conditions. *J. Agric. Food Chem.* **62**: 2190-2197.
22. Ooi, L. S., Wang, H., He, Z. and Ooi, V. E. (2006) Antiviral activities of purified compounds from *Youngia japonica* (L.) DC (Asteraceae, Compositae). *J. Ethnopharmacol.* **106**: 187-191.
23. Guinot, P., Gargadenec, A., La Fisca, P., Fruchier, A., Andary, C. and Mondolot, L. (2009) *Serratula tinctoria*, a source of natural dye: Flavonoid pattern and histolocalization. *Ind. Crop. Prod.* **29**: 320-325.
24. Lee, Y. N., Jeong, C. H. and Shim, K. H. (2004) Isolation of antioxidant and antibrowning substance from *Chionanthus retusa* leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**: 1419-1425.

(2017. 12. 9 접수; 2017. 12. 12 심사;
2017. 12. 14 게재확정)